Caldasia 26(1) 2004: 245-264

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE ANUROS EN DOS TIPOS DE BOSQUE (NATURAL Y CULTIVADO) EN LA CORDILLERA ORIENTAL COLOMBIANA

Composition and abundance of Anura in two forest types (natural and planted) in the Eastern Cordillera of Colombia

Doris L. Gutiérrez-Lamus
Colección Herpetológica, Escuela de Biología, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. laurygut@hotmail.com

Víctor H. Serrano
Laboratorio de Biología Reproductiva de Vertebrados, Escuela de Biología, Grupo de Estudios en Biodiversidad, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. vserrano@uis.edu.co

Martha Patricia Ramírez-Pinilla
Colección Herpetológica y Laboratorio de Biología Reproductiva de Vertebrados, Escuela de Biología, Grupo de Estudios en Biodiversidad, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. mpramir@uis.edu.co

RESUMEN

Se determinaron la composición y la abundancia de las especies de anuros de un área de bosque nativo y de un área de bosque de roble cultivado adyacentes haciendo comparaciones entres estos dos hábitats. Ambos bosques se encuentran dentro del Santuario de Fauna y Flora Guanentá, Alto Río Fonce en los límites entre los departamentos de Santander y Boyacá. El encuentro visual azaroso y la búsqueda a lo largo de transectos fueron las técnicas empleadas para la búsqueda de individuos durante diferentes horas del día y en diferentes meses durante un año. Se registraron 14 especies (cinco géneros y cuatro familias), el género con mayor diversidad fue *Eleutherodactylus*, dentro del cual se registran dos especies indescritas. El resto de las especies de anuros son endémicas de la zona centro-norte de la cordillera Oriental, a excepción de *Gastrotheca nicefori* que tiene una distribución más amplia. Se encontraron diferencias en la riqueza y la abundancia entre los bosques. El bosque nativo tiene una mayor diversidad y en él se registró el mayor número total de individuos. Las búsquedas por encuentro casual permitieron una mejor detección de la riqueza al no dejar por fuera las especies raras. En el robledal la mayoría de las especies se encontraron por este método sobre el camino y no al interior del bosque, indicando un evidente efecto de borde. *Eleutherodactylus merostictus*, *E. miyatai* y *Eleutherodactylus uisae* son las especies más abundantes en los dos bosques usando los dos tipos de muestreo y están presentes durante los meses de menor precipitación, considerándose como especies generalistas en ocupación de microhábitats. Así, las especies comunes y abundantes en el área ocupan fácilmente el bosque cultivado, pero las especies raras o poco abundantes sólo se encuentran en el borde de los bosques o en el interior del bosque nativo.

Palabras clave. Abundancia**,** anuros andinos, bosque nativo, riqueza, robledal.

ABSTRACT
Composition and abundance of anuran species were determined for a native forest and an adjacent area of cultivated oak forest making comparisons among these habitats. Both forests are inside the Santuario de Fauna y Flora Guanentá, Alto Río Fonce on the limits of Santander and Boyacá. The visual encounter and search along transects were the techniques employed to search individuals during different hours of the day and at different months during one year. In total, 14 species (5 genera and 4 families) were registered, the genus *Eleutherodactylus* was the most diverse and two new species of this genus were registered. Almost all anuran species are endemic from Center-North area of the Cordillera Oriental, except for *Gastrotheca nicefori* which has a wider distribution. There were richness and abundance differences among forests. The native forest has a higher diversity and it showed the highest number of individuals. Casual encounter searches allowed us to register different species than those found along transects only for the oak forest. In this forest the majority of species were found on the trail and not inside the forest indicating an evident border effect and allowed us more richness detection because it does not omit rare species. In both sampling types, *E. merostictus*, *E. miyatai* and *Eleutherodactylus uisae* were the most abundant species for both forests, all three species were present during lower rainfall months and are considered generalist for microhabitat occupancy. Common and abundant species of this area occupy the sown forest, but rare species were found only on forests borders or in the interior of the native forest.

Key words. Abundance**,** Andean anurans, native forest, richness, sown forest.

INTRODUCCIÓN

En Colombia se han realizado algunos estudios en los bosques montanos de la cordillera Central, comparando la diversidad de especies de aves y plantas en hábitats de regeneración natural y plantaciones de aliso (*Alnus acuminata*), encontrando una mayor riqueza y un mayor número de especies exclusivas en el bosque de regeneración natural y diferencias en la composición y abundancia de especies del sotobosque (Cavelier 1995, Murcia 1997), mientras que en las plantaciones de aliso se encontró una menor heterogeneidad espacial (Murcia 1997).

Grant *et al.* (1994) han encontrado que para el caso de los anfibios los cambios en la estructura del bosque pueden producir efectos directos e indirectos sobre las comunidades locales y regionales (p.ej. pérdida directa de hábitats, cambios microclimáticos, reducción de microhábitats disponibles, pérdida de nichos tróficos). Sin embargo, existe una carencia grande de datos sobre los efectos del impacto humano sobre la biodiversidad de anfibios, especialmente en relación con el manejo silvicultural. Así, se hacen necesarios estudios que eluciden la diversidad en paisajes manejados, en particular estudios de campo de los mecanismos base de la dinámica de las poblaciones de anfibios en respuesta a la diversidad estructural del bosque. Estos estudios permitirían mejorar el manejo de áreas de reforestación y sugerir nuevas técnicas de manejo que minimicen la pérdida de biodiversidad (Grant *et al.* 1994).

Con respecto a los anuros se conocen pocos estudios comparativos de este tipo. En el Neotrópico se han realizado algunas investigaciones en las que se compara la herpetofauna de la hojarasca entre bosques continuos con diferente grado de intervención antrópica (p. ej. Lieberman 1986), Fong y Viña (2000) evaluaron los cambios en la composición de anfibios en hábitats alterados en comparación con áreas de vegetación natural en Cuba. No tenemos conocimiento de este tipo de trabajos en Colombia, un país mucho más rico en anfibios. Se sabe que la heterogeneidad en la composición vegetal del bosque hace que exista una alta diversidad de microhábitats y recursos, que permiten la existencia de una variada gama de especies (Vargas & Castro 1999) y se puede suponer que la menor heterogeneidad espacial dada por los bosques cultivados puede influir disminuyendo la diversidad o influyendo en la composición de las especies que se sustentan de ellos. Sin embargo, para anuros no existen datos que puedan poner a prueba estas hipótesis.

El Santuario de Fauna y Flora de Guanentá Alto Río Fonce, sobre el flanco occidental en la región norte de la Cordillera Oriental, mantiene bosques contiguos de regeneración natural y un área de bosque reforestada con roble con una antigüedad de más de 40 años. El presente trabajo tiene como objetivos el conocer la riqueza, abundancia y composición de anuros de esta área geográfica, y ya que dentro de la reserva existen los dos tipos de bosque, evaluar el impacto que tienen las plantaciones monoespecíficas en la riqueza y abundancia de las especies de anuros de la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

La hacienda «La Sierra» es un área de reserva ecológica, se encuentra dentro del Santuario de Fauna y Flora Guanentá - Alto Río Fonce, adscrito a la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN) del Ministerio de Medio Ambiente. Está localizada en la vertiente occidental de la Cordillera Oriental, hacia el sur del departamento de Santander (municipios de Encino, Charalá y Gámbita) y hacia el norte del departamento de Boyacá (municipio de Paipa). El santuario cubre una extensión de 10429 ha, entre 2150 y 4000 m de altitud, comprendidas entre 5º58´21´´ y 06º04´51´´N y 73º12´17´´ y 73º03´37´´W; el 30% corresponde al páramo de La Rusia y al bosque altoandino, el 60% a la formación andina y el 10 % restante al bosque subandino (Galindo & Cadena 2000).

En el área se encuentra la estación pluviométrica «La Sierra», ubicada en la vereda Santa Helena, municipio de Duitama a 2700m de altitud. La temperatura media anual es de 12.1 ºC, la mínima anual es de 10.4 ºC, mientras que la máxima anual es de 14 ºC. El periodo comprendido entre octubre y enero es el más frío, mientras que mayo es el más cálido. La precipitación media anual es de 1851 mm y se presentan dos periodos de lluvias bien definidos, el primero entre febrero y junio con un pico máximo en abril (233.2 mm) y el segundo entre los meses de septiembre y diciembre con un pico máximo en octubre (233.6 mm), julio es el mes donde se presenta la menor precipitación (75.1 mm).

La Sierra tiene una fisiografía con pendientes mayores a 40º y en ella se encuentra la antigua cabaña de Acerías Paz del Río, empresa que afectó el lugar hace más de cincuenta años con la extracción de madera, principalmente de roble (*Quercus humboldtii*); en la década de 1960 se realizaron trabajos sobre el manejo silvicultural de bosques de roble (Romero 1966). Hasta hace cinco años aproximadamente existió una carretera de acceso a la cabaña que era transitable para los carros, sin embargo por falta de uso ésta se fue cubriendo de maleza, helechos y árboles caídos hasta convertirse en un camino estrecho. Los dos hábitats en los que se trabajó corresponden a la formación Andina

(Galindo & Cadena 2000) y son los siguientes: a) **Bosque de roble**. Se caracteriza por el predominio de *Q. humboldtii* con árboles de buen porte que alcanzan hasta los 20 m de altura y una gran cantidad de yarumos (*Cecropia* sp.), el bosque es bastante húmedo y en él se aprecia abundante epifitismo y un sotobosque denso (Galindo & Cadena 2000), se encuentra a una altura promedio de 2464 m en la falda de una montaña y en época lluviosa lo atraviesan varias corrientes de agua temporales, las cuales conservan algunos estanques de agua pequeños durante la temporada seca, adicionalmente se encuentra la quebrada La Venada y otra corriente permanente. A este bosque lo atraviesa un camino (antigua carretera) relativamente amplio (uno a tres metros de ancho). Está ubicado a 06º 00´32.5” N y 73º 09´11.6” W en el municipio de Paipa (Departamento de Boyacá).

b) **Bosque nativo**. Es un bosque maduro cuya vegetación original ha sido bien conservada con árboles de más de 20 m de altura que ofrecen un gran porcentaje de cobertura vegetal. Se encuentra contiguo al robledal. También existe un camino que lo atraviesa y que comunica con el municipio de Encino pero su uso es casi nulo. Este bosque también cuenta con la presencia de *Quercus humboldtii,* la cual es una especie nativa pero en este sector se observa además una gran cantidad de helechos arborescentes (Cyatheaceae) al igual que un alto grado de epifitismo; está ubicado a una altura promedio de 2434 m y lo bordea el río La Rusia, en este sitio también se observan corrientes temporales que descienden de la montaña en la época lluviosa y que en algunos casos forman estanques. En la época seca este bosque a diferencia del de roble mantiene la hojarasca y el suelo mucho más húmedo (198.34 g y 81.67 g de humedad promedio –en 500 g de suelo-, respectivamente). Está ubicado a 06º 01´13.5” N y 73º 9´ 8.0” W en el municipio de Charalá (Departamento de Santander).

Trabajo de campo

La obtención de ejemplares se realizó por medio de dos estrategias de muestreo. La primera se hizo a lo largo de transectos de 100 X 2 m a cada lado (Heyer *et al*. 1994) ubicados aleatoriamente para que cubrieran diferentes áreas dentro de los bosques y se realizó durante los meses de agosto y diciembre de 2001 y marzo, agosto y noviembre de 2002 recorriendo cada mes tres transectos diferentes dentro de cada uno de los bosques (nativo y robledal) y rotándolos de tal forma que al cabo de una semana se muestreaban tres transectos en cada tipo de bosque durante las diferentes jornadas pero sólo se recorrían una vez al día para no causar mayor perturbación. El segundo tipo consistió en la búsqueda libre de anuros por encuentro visual azaroso (Crump & Scott 1994) en los meses de enero y septiembre de 2002**.** Ambos tipos de muestreos fueron realizados por tres personas durante tres jornadas diarias de 9:00-11:00, 15:00-17:00 y de 20:00-22:00 h. Cada persona buscó activamente individuos sobre la vegetación y entre la hojarasca del suelo capturándolos manualmente para introducirlos en bolsas de tela numeradas. Se registraron los siguientes datos ecológicos: posición vertical o altura de la «percha», sustrato en el que se encontró cada ejemplar (hojarasca, rama, tallo, hoja, helecho o bromelia). También se registró la hora de captura y la actividad, esta última dentro de las categorías establecidas: saltando, cantando, en amplexus y en reposo (Heyer *et al*. 1994). En total se realizaron siete muestreos entre agosto de 2001 y noviembre de 2002.

Todos los individuos fueron fijados según la metodología de Simmons (1987) y depositados en la Colección Herpetológica del Museo de Historia Natural de la Universidad Industrial de Santander (UIS-A). Las determinaciones hasta especie se hicieron utilizando material bibliográfico y comparando con los ejemplares de referencia que determinó John D. Lynch del Laboratorio de anfibios del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

Análisis de los datos

Distribución de las especies entre bosques y por muestreo. El análisis se realizó para cada tipo de bosque tomando el número de especies encontradas como la riqueza y el número de individuos de cada especie como indicativo de la abundancia. La comparación entre la composición de especies entre los dos tipos de bosque permitió conocer cuáles especies son comunes y cuáles no.

Riqueza. Para indagar si existen diferencias significativas en el número de especies encontradas en cada biotopo en el tiempo y con el tipo de muestreo se realizaron pruebas de G. Esta prueba también se utilizó para establecer si existen diferencias significativas entre los transectos de cada bosque en cuanto al número de especies encontradas en cada uno de ellos y para establecer si existen diferencias entre las estrategias de muestreo en cada bosque con respecto al número de especies encontradas. Adicionalmente se realizó una prueba de mutua independencia para determinar si las variables época del año (estación seca y lluviosa), tipo de muestreo y tipo de bosque estaban relacionadas entre si influyendo en el número de especies encontradas.

Con el fin de determinar si existen diferencias significativas en el número de especies encontradas en los transectos entre los bosques se realizó una prueba de U. Para evaluar si existen diferencias significativas en el número de especies encontradas en total entre los métodos de muestreo en cada bosque se utilizaron pruebas de G.

Abundancia relativa. La abundancia relativa de las especies encontradas en cada biotopo y en general en el área de muestreo se determinó al dividir el número de individuos colectados de cada especie sobre el número total de individuos capturados en cada bosque y se expresó en porcentajes; con base en la discontinuidad de los datos se establecieron rangos artificiales en los que se consideró a una especie abundante cuando el porcentaje de sus frecuencias observadas fue mayor al 35%, así mismo, las especies comunes fueron aquellas con frecuencias superiores al 13% y las especies raras presentaron porcentajes menores del 10%.

Diferencias en la abundancia. Se determinó si existen diferencias significativas en el número de individuos encontrados en cada tipo de bosque para las especies presentes en ambos sitios a través de pruebas de G.

Variación de la abundancia. Para determinar si existe variación significativa en el número de individuos para las especies más abundantes durante los meses de muestreo en cada uno de los bosques se empleó una prueba de G. Todas las pruebas estadísticas se realizaron siguiendo a Zar (1999), se utilizaron pruebas de G porque en algunos casos se tenían valores de cero o los esperados eran menores que cinco impidiéndonos realizar pruebas de Chi-cuadrado como prueba de bondad.

Diversidad. La comparación de la diversidad entre los bosques se realizó por medio de los índices de diversidad de Berger & Parker (1970), Simpson (1949) y Shannon (1948), con este último y utilizando el método de Hutchenson (1970) se calculó *t* para comprobar si existen diferencias significativas en la diversidad entre los dos tipos de bosque (Magurran 1989) tanto para la diversidad encontrada por búsqueda libre como la hallada en transectos. Finalmente se realizó un análisis de agrupamiento con el método de Ward y distancias Euclidianas teniendo en cuenta la presencia o ausencia de especies en cada uno de los transectos establecidos y en el camino que atraviesa a cada bosque utilizado.

RESULTADOS

En total se colectaron 556 individuos de anuros. La riqueza total del área fue de 14 especies pertenecientes a cuatro familias y cinco géneros (Tabla 1), de estos 535 pudieron ser determinados por ser en su gran mayoría adultos o subadultos con rasgos que permitieron reconocerlos a especie. Los 21 juveniles sin determinar, se encontraron durante todo el tiempo de muestreo en ambos biotopos, además se colectaron y observaron larvas de *Hyla callipeza* durante los diferentes meses de colecta. Para la familia Leptodactylidae se registraron ocho especies del género *Eleutherodactylus*, dos de ellas aún no descritas (nominadas en este trabajo *Eleutherodactylus* sp. 1 y *Eleutherodactylus* sp. 3) pero reconocidas como especies diferentes, conformando así el género más diverso del área. Dentro de la familia Hylidae se colectaron tres especies y se escuchó a *Gastrotheca nicefori*, se registró una sola especie de Centrolenidae y se registró el canto de una especie de Dendrobatidae (*Colostethus* sp.) que por dificultad en el acceso no pudieron ser observados y colectados.

Relación de las especies colectadas

Centrolene notostictum Ruiz- Carranza & Lynch, 1991. Lozania 58: 1-26. Localidad típica: Departamento de Santander, Vertiente occidental de la cordillera Oriental, municipio de Charalá, Virolín (Inspección de Policía de Cañaverales), sitio «El Encino» ca. cabeceras Río Luisito, 6º 13´ latitud N, 73º 05´W, 1750m, Colombia.

Distribución: Sobre la vertiente occidental de la cordillera Oriental desde Chinácota (Norte de Santander), al sur a través de Santander hasta el municipio de Fusagasugá (Cundinamarca), Colombia. Altitud entre 1730-2240 m.

Rana pequeña (18-23 mm) del grupo *prosoblepon*. Se encontró un ejemplar sobre una piedra en la quebrada del robledal y una hembra sobre una hoja a 184 cm de altura sobre la quebrada La Venada que se encuentra en el robledal. Dentro del material de la Colección Herpetológica de la Universidad Industrial de Santander se encontró un ejemplar que fue capturado dentro del bosque nativo durante el mes de diciembre de 2000.

Tabla 1. Composición y abundancia relativa de las especies encontradas en el sitio de muestreo sin discriminar el tipo de muestreo.

Familia	Especie	No de individuos	Abundancia relativa (%) total	Abundancia relativa (%)	
				Bosque nativo	Bosque de roble
Centrolenidae	*Centrolene notostictum*	3	0.56	0.34	0.85
Dendrobatidae	*Colostethus* sp.*				
Hylidae	*Hyla callipeza*	20	3.74	3.38	4.25
	H. labialis	1	0.19	0	0
	H. virolinensis	3	0.56	0	0
	*Gastrotheca nicefori**				
Leptodactylidae	*Eleutherodactylus bacchus*	1	0.19	0	0.425
	E. lutitus	17	3.18	5.74	0
	E. lynchi	2	0.37	0	0.85
	E. merostictus	181	33.83	18.92	53.2
	E. miyatai	115	21.49	24.66	17.87
	Eleutherodactylus uisae	158	29.53	39.19	17.87
	Eleutherodactylus sp. 1	19	3.55	6.42	0
	Eleutherodactylus sp. 3	15	2.80	1.35	4.681

* Estas especies fueron registradas por su canto y no fueron capturadas.

Colostethus sp. grupo ***subpunctactus.*** No fue posible su captura durante este trabajo por la dificultad para llegar hasta el macho que estaba cantando entre ramas secas muy cerca de un pino. Dentro de la Colección Herpetológica de la Universidad Industrial de Santander hay ejemplares depositados de esta misma localidad.

Gastrotheca nicefori Gaige, 1993. Occas. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan 263: 1. Localidad típica: Pensilvania, Departamento de Caldas, Colombia.

Distribución: Vertientes de los Andes del norte de Venezuela, norte y centro de Colombia; montañas de oriente y centro de Panamá. Ampliamente distribuida sobre las tres cordilleras andinas. Arroyo *et al*. (2003) la registran para el departamento de Santander.

Rana grande (90 mm) del grupo *ovifera*, se escucharon dos machos cantando, el primero durante la época lluviosa en diciembre de 2001 al parecer dentro de una bromelia a mas de 10 m dentro del bosque nativo y el segundo en noviembre de 2002 en el robledal a una altura similar a la anterior.

Hyla callipeza Duellman, 1989. Ocas. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas 131:1-12. Localidad típica: 18.5 Km S de Chitagá (07º 02´N, 72º 40´W, 2850 m), Departamento de Norte de Santander, Colombia.

Distribución: Vertiente occidental de la cordillera Oriental (Departamentos de Santander y Norte de Santander), Colombia, altitud entre 1050-2900 m. De acuerdo con Ardila-R. & Acosta-G. (2000) puede encontrarse por encima de los 2900 m.

Incluida en el grupo *bogotensis*, de tamaño corporal mediano. Individuos adultos y postmetamórficos se colectaron en la vegetación cercana a quebradas, corrientes temporales o dentro de bromelias, las larvas se capturaron y se observaron durante los diferentes meses de colecta en pozos formados en las quebradas y corrientes temporales en ambos tipos de bosque.

Hyla labialis Peters, 1863, Monatsber. Preuss. Akad. Wiss. Berlin, 1863: 463. Localidad típica: Cerca de Bogotá.

Distribución: Centro y norte de la cordillera Oriental en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Norte de Santander, 1600-3600 m elevación.

Rana mediana del grupo *labialis*. Se encontró un individuo sobre gramíneas muy cerca de la superficie del agua compartiendo un estanque artificial con *H. virolinensis*

Hyla virolinensis Kaplan & Ruiz-Carranza, 1997. J. Herpetol. 31: 237. Localidad típica: Municipio de Gámbita, Departamento de Santander, Colombia. Sobre el flanco occidental de la cordillera Oriental, 2200 m (ca. 6º13´N, 73º05´W).

Distribución: Región de la localidad tipo, Santander, Colombia de 1750-2200.

Especie mediana, incluida en el grupo *garagoensis*. Se colectaron cantando sobre gramíneas muy cerca de la superficie del agua en un estanque artificial construido dentro de un potrero por fuera de los bosques estudiados.

Eleutherodactylus bacchus Lynch 1984. Milwaukee Publ. Mus. Contrib. Biol. Geol. 60:4. Localidad típica: Cuchilla del Fara, cerca de las cabeceras del Río Luisito, vereda Virolín, municipio de Charalá, Departamento de Santander, Colombia, 1780 m .

Distribución: Departamento de Santander de 1740-2300 m.

Rana de tamaño moderado del grupo *unistrigatus* capturada en el borde del robledal.

Eleutherodactylus lynchi Duellman & Simmons, 1977. Proc. Biol. Soc. Washington, 90:60. Localidad típica: Vado Hondo (05º 26´44´´ W), 2660 m, Departamento de Boyacá, Colombia.

Distribución: Páramo de Vijagual en la cordillera Oriental, Departamento de Boyacá, Colombia, 2460-3150 m.

Rana pequeña del grupo *unistrigatus*. Se encontró sobre la vegetación del borde del robledal y cerca de la quebrada a más de un metro de altura.

Eleutherodactylus lutitus Lynch, 1984. Lynch 1984. Milwaukee Publ. Mus. Contrib. Biol. Geol. 60: 10. Localidad típica: cabeceras del Río Luisito, municipio de Charalá, Departamento de Santander, Colombia, 1750 m.

Distribución: Conocida para la localidad típica y El Rasgón (Jerez *et al*. 2001a) en el flanco occidental de la cordillera Oriental, Departamento de Santander.

Rana pequeña (17-24) mm perteneciente al grupo *unistrigatus*. No es muy abundante y solo se encontró dentro del bosque nativo a alturas que oscilaron entre los 50 cm y los 200 cm del suelo sobre la vegetación, se capturó un individuo juvenil durante el día en una bromelia.

Eleutherodactylus merostictus Lynch, 1984. Lynch 1984. Milwaukee Publ. Mus. Contrib. Biol. Geol. 60: 12. Localidad típica: Bogotacito, Km 55-56 sobre la carretera Duitama-Charalá, municipio de Gámbita, Departamento de Santander, Colombia, altitud 2400 m.

Distribución: Conocida para la localidad típica y para El Rasgón (Jerez *et al*. 2001b), Departamento de Santander, Colombia.

Rana pequeña del grupo *unistrigatus*. Es una especie muy abundante en el robledal y se encuentra en menor proporción el en bosque nativo sobre hojas o frondas, generalmente las hembras se encuentran a 30 - 50 cm del suelo mientras que los machos se observan entre los 50 y 120 cm.

Eleutherodactylus miyatai Lynch, 1984. Lynch 1984. Milwaukee Publ. Mus. Contrib. Biol. Geol. 60: 14. Localidad típica: Sobre el camino a El Reloj, vereda Virolín, municipio de Charalá, Departamento de Santander, Colombia. 1740 m.

Distribución: Vertiente occidental de la cordillera Oriental en el Departamento de Santander, Colombia. Lynch & Ardila (1999) determinaron una distribución mas amplia (Moniquirá, Togüí) en el departamento de Boyacá.

Es una rana pequeña del grupo *unistrigatus* incluida dentro del complejo *taeniatus* (Lynch & Ardila, 1999). Es una especie común en ambos tipos de bosque, se encuentra sobre la vegetación con un rango de altura sobre el suelo bastante amplio 30 a 170 cm.

Eleutherodactylus uisae Lynch, 2003. Lynch 2003. Rev. Acad. Col. Cienc. Ex. Fis. Nat. 104: Localidad típica: antigua escuela en la Hacienda La Sierra, Santuario de Fauna y Flora Guanentá-Alto Río Fonce, Municipio de Paipa, Departamento de Boyacá, Colombia. 2700 m.

Distribución: Límites entre los departamentos de Boyacá y Santander, Santuario de de Fauna y Flora Guanentá-Alto Río Fonce, entre 2400 y 2700 m de altitud.

La especie fue reconocida como una especie nueva durante la realización del trabajo, su descripción fue hecha por Lynch (2003) con base en los ejemplares encontrados en este trabajo. Es una rana pequeña (adultos entre 36.9 a 40.3 mm de longitud del cuerpo) y muy abundante en la zona. Los adultos y los juveniles son encontrados sobre hojas grandes de arbustos en el bosque nativo, también en el robledal pero en menor abundancia y cantando a mayores alturas, y algunos individuos se encontraron en pinos cerca de la cabaña en la Hacienda.

Eleutherodactylus uisae se encuentra en proporciones muy diferentes en cada tipo de bosque

Eleutherodactylus sp. 1 y *Eleutherodactylus* sp. 3
Estas morfoespecies fueron reconocidas como entidades diferentes, novedosas y aun no descritas (Lynch com. pers.). *Eleutherodactylus* sp. 1 sólo se encontró dentro del bosque nativo sobre la vegetación a un rango de 30 - 120 cm del suelo, fue registrada también en El Rasgón Santander, sobre el flanco occidental de la Cordillera Oriental (Arroyo *et al.* 2003, Suárez 2003).

Durante todas las visitas se observaron individuos juveniles de las diferentes especies en ambos tipos de bosque.

Distribución de las especies entre bosques y por muestreo

El número de especies observadas y la abundancia de estas varió con la estrategia de muestreo (Tabla 2), encontrando individuos de *Eleutherodactylus bacchus*, *Hyla virolinensis*, e *H. labialis* solamente con los muestreos de búsqueda libre.

Riqueza

Se encontraron diferencias significativas en el número de especies durante los meses de muestreo para el bosque nativo ($G_{005,6} = 17.46$ $P < 0.01$) pero no en el robledal ($G_{005,6} = 4.62$ $P < 0.75$); el mes en el que se encontró una mayor cantidad de especies dentro del bosque nativo fue enero de 2002 (Figura 2). Teniendo en cuenta el tipo de muestreo a lo largo del tiempo de colecta sólo se observan diferencias en el número de especies encontradas en el bosque nativo con el muestreo a lo largo de transectos ($G_{0.05,4} = 10.298$ $P < 0.05$) mientras que en el robledal no se encontraron tales diferencias colectando sólo en los transectos ($G_{0.05,4} = 2.28$ $P < 0.75$), lo mismo ocurrió con la búsqueda libre tanto en el bosque nativo ($G_{0.05,5} = 3.05$ $P < 0.75$) como en el bosque de roble ($G_{0.05,5} = 1.76$ $P < 0.90$).
El análisis no mostró diferencias significativas en el número de especies colectadas entre los transectos, esto ocurrió tanto en el robledal ($G_{0.05,7} = 8.54$ $P < 0.50$), como para el bosque nativo ($G_{0.05,7} = 6.08$ $P < 0.75$).

Tabla 2. Riqueza de las especies encontradas en cada uno de los bosques teniendo en cuenta los dos métodos de muestreo. Las especies *Hyla labialis* e *H. virolinensis* no fueron colectadas dentro de los bosques sino en áreas intervenidas cerca de la cabaña.

Familia	Especie	Bosque nativo		Bosque de roble	
		Búsqueda libre	Transectos	Búsqueda libre	Transectos
Centrolenidae	*Centrolene notostictum*	1	0	1	1
Hylidae	*Hyla callipeza*	5	5	9	1
Leptodactylidae	*Eleutherodactylus bacchus*	0	0	1	0
	E. lutitus	9	8	0	0
	E. lynchi	0	0	2	0
	E. merostictus	18	38	100	25
	E. miyatai	54	19	40	2
	Eleutherodactylus uisae	59	57	31	11
	Eleutherodactylus sp. 1	9	10	0	0
	Eleutherodactylus sp. 3	2	2	11	0
RIQUEZA		8	7	8	5

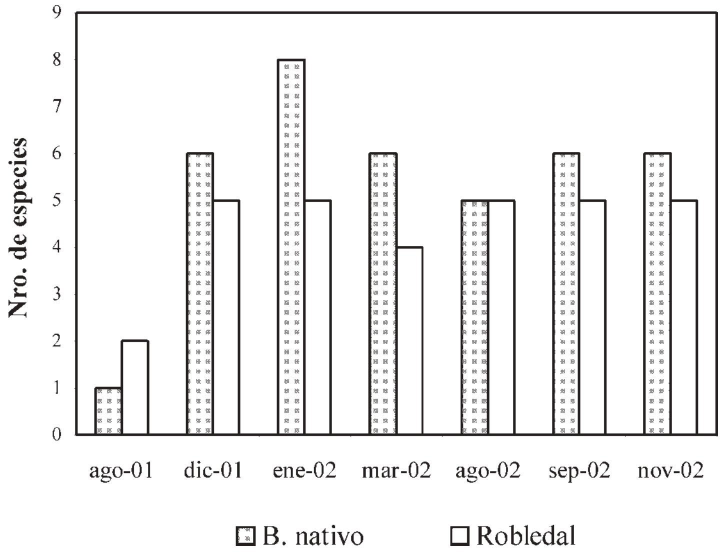

Figura 1. Riqueza de especies encontradas durante los diferentes meses de muestreo en cada uno de los bosques.

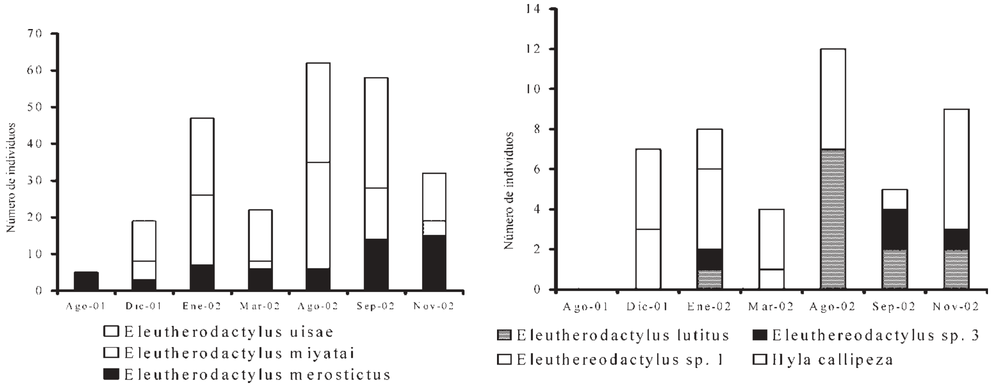

Figura 2. Abundancia de las especies según el mes de muestreo para el bosque nativo. a. Especies comunes, b. especies raras.

La prueba de mutua independencia determinó que las variables época del año (estación seca o lluviosa), tipo de bosque, tipo de muestreo no son interdependientes ($G_{0.05,4} = 1.77$ $P < 0.90$), lo que significa que las diferencias en la riqueza de especies no se debe a las interacciones entre estas variables.

Al comparar los transectos de ambos bosques se establece que sí hay diferencias significativas en el número de especies encontradas en los transectos del bosque nativo y el número de especies encontradas en los transectos del bosque de roble ($U_{0.05,7.8} = 6$ $P = 0.0181$). Si se compara la riqueza encontrada con cada una de las estrategias de muestreo se concluye que no hay diferencias significativas entre los transectos y la búsqueda libre tanto para el bosque nativo ($G_{0.05,1} = 0.14$ $P < 0.75$) como para el robledal ($G_{0.01,1} = 11.28$ $P < 0.001$).

Abundancia relativa

En general, para el sitio de muestreo se encontró que las especies más abundantes son *Eleutherodactylus uisae*, *E. merostictus*, y *E. miyatai* (Tabla 1). *E. uisae* fue la especie más abundante en el bosque nativo y *E. merostictus* lo fue para el robledal.

Diferencias en la abundancia entre los bosques. Existen diferencias significativas en el número de individuos colectados en cada bosque para las especies *Eleutherodactylus merostictus*, *E. miyatai*, *Eleutherodactylus* sp. 3 y *E. uisae* ($G_{0.05,1} = 58.84$ $P < 0.001$, $G_{0.05,1} = 17.16$ $P < 0.001$, $G_{0.05,1} = 7.08$ $P < 0.01$ y $G_{0.05,1} = 55$ $P < 0.001$, respectivamente), mientras que no existen diferencias significativas entre los bosques para *Hyla callipeza* ($G_{0.05,1} = 0.00$ $P = 0.999$). *Eleutherodactylus* sp. 1 junto con *E. lutitus* se encontraron sólo en el bosque nativo por lo que no se comparan sus abundancias, al igual que para las especies poco representadas en las colectas (*Centrolene notostictum* que se asocia con las quebradas en cada tipo de bosque, *E. bacchus* y *E. lynchi* con sólo uno y dos ejemplares respectivamente colectados en el borde del robledal).

Variación de la abundancia en el tiempo. La abundancia de las especies más comunes en el muestreo varía significativamente con el tiempo, así: *Eleutherodactylus merostictus*, *E. miyatai* y *E. uisae* ($G_{0.05,6} = 57.88$ $P < 0.001$; $G_{0.05,5} = 103.644$ $P < 0.001$; $G_{0.05,5} = 33.8$ $P < 0.001$ respectivamente) tanto para el bosque nativo como para el robledal ($G_{0.05,4} = 32.32$ $P < 0.001$; $G_{0.05,6} = 57.702$ $P < 0.001$ y $G_{0.05,5} = 41.48$ $P < 0.001$ respectivamente). En las figuras 2 y 3 se puede apreciar la variación en el número de individuos de cada especie colectada en los meses de muestreo.

Diversidad

Los índices de diversidad de Simpson, Berger-Parker y Shannon indican que el bosque nativo ($1/D = 3.8995$, $d = 2.5517$, $H' = 1.5595$) y el bosque de roble ($1/D = 2.8721$, $d = 1.88$, $H' = 1.333$) no fueron similares. El estadístico

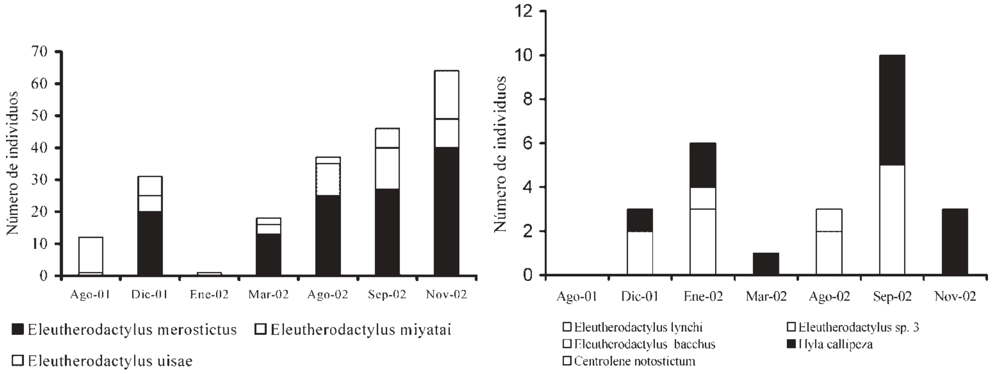

Figura 3. Abundancia de las especies según el mes de muestreo en el robledal. a. especies comunes, b. especies raras.

utilizado para comparar los índices muestra que hay diferencias significativas en la riqueza entre los bosques ya sea al tener en cuenta la diversidad encontrada por búsqueda libre ($t_{0.05,458}$= 2.9908 P < 0.002) que corresponde al total de especies registradas para cada bosque, o al tener encuenta solo la diversidad registrada a lo largo de los transectos ($t_{0.05,60}$= 3.6522 P < 0.001).

Los datos de búsqueda libre para el caso del bosque de roble corresponden al borde del bosque sobre el camino por cuanto en los transectos ubicados dentro de este bosque se capturaban pocos individuos, en varias oportunidades no se encontró ningún ejemplar y tampoco se escucharon cantos. De este modo, una vez recorrido el transecto, se buscaba sobre la vegetación del camino que atraviesa este bosque colectando allí la mayor parte de la muestra. Así, los valores de índice de diversidad para el interior del bosque son inferiores ya que en este generalmente solo se colectaron tres especies de *Eleutherodactylus* y en una oportunidad se encontró un individuo de *Hyla callipeza* y otro de *Centrolene notostictum.*

El análisis de agrupamiento (Figura 4) no mostró diferencias entre los dos tipos de bosque; se formaron tres grupos, el primero de ellos lo conforman transectos de bosque nativo (uno, dos, cuatro y seis) junto con los caminos pertenecientes a cada tipo de bosque porque solamente dentro de ellos se encontraron individuos de *Hyla callipeza* además de *Eleutherodactylus* sp. 1 que también es una especie rara, adicionalmente en estos sitios se encontró el mayor número de especies. En el segundo grupo los transectos del bosque nativo y los transectos del robledal que también forman parte de este grupo tienen en común la presencia de *Eleutherodactylus uisae* y *E. miyatai*. En el tercer grupo se encuentran transectos de los dos hábitats y en los que solamente se colectaron individuos de las especies *E. merostictus* y *Eleutherodactylus uisae*.

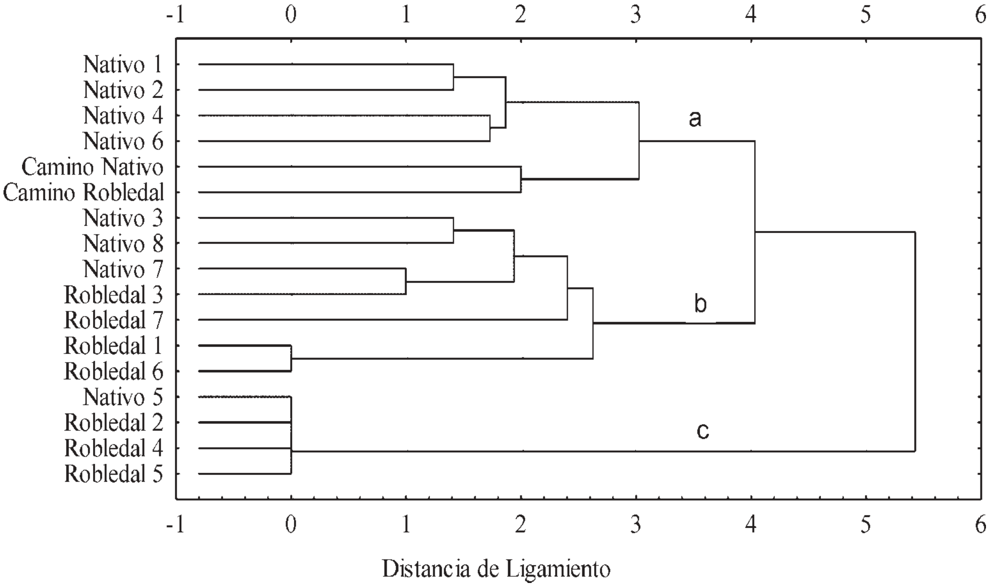

Figura 4. Análisis de agrupamiento mostrando la similitud entre los bosques en cuanto a las especies e indicando que se trata de un solo ensamble de especies.

DISCUSIÓN

La riqueza para la zona fue de 14 especies de un total de 18 registradas para los departamentos de Santander y Boyacá a 2400 m (Ruíz-Carranza *et al*. 1996, Acosta-Galvis 2000); sin embargo, estas 18 especies no incluyen a *Eleutherodactylus uisae*, y las dos especies no descritas y aquí registradas, ni una de las dos especies nuevas registradas para El Rasgón (Arroyo *et al.* 2003) aunque entre la anterior localidad y La Sierra se comparten dos de las especies indescritas aquí registradas (*Eleutherodactylus* sp. 1 y *Eleutherodactylus* sp. 3) (Suárez 2003). De la familia Leptodactylidae sólo se registraron especies del género *Eleutherodactylus,* constituyéndose en el género más diverso del área (y por ende de los dos hábitats estudiados) representado por ocho especies. Este grupo tiene diversidad alta en tierras altas mientras que los hílidos la tienen en las tierras bajas (Lynch 1998), este patrón se observó en el área de estudio en la que sólo se encontraron tres especies de hílidos. El género *Centrolene* del cual registramos una especie, tiene una diversidad baja en el área norte de la cordillera Oriental (Ruíz-Carranza & Lynch 1997). Patrones similares en cuanto a la diversidad de los Eleutherodactílinos se han encontrado en estudios herpetológicos realizados a más de 2000 m en la cordillera Oriental (Suárez-Mayorga 1999, Arroyo *et al*. 2003), en la cordillera Occidental (Rincón & Castro 1998), y en la cordillera Central (Lynch & Rueda-Almonacid 1997).

De la anurofauna encontrada en esta área *Eleutherodactylus miyatai*, *E. merostictus, E. lutitus*, *Eleutherodactylus* sp. 1, *Eleutherodatylus* sp. 3, *Hyla callipeza*, *Centrolene notostictum*, *Gastrotheca nicefori* y posiblemente *Colostethus* grupo *subpunctatus* son especies comunes con la anurofauna de El Rasgón, lugar ubicado más al norte en el departamento de Santander también en el flanco occidental de la cordillera Oriental a 2200 m (Arroyo *et al*. 2003, Suárez 2003). Especies como *E. spilogaster* y *E. grandiceps* tienen su localidad típica en zonas cercanas a nuestro sitio de muestreo y a la misma altura (2400 m, Lynch 1984), además para la zona de Cachalú (reserva natural de la Fundación Natura) contigua a La Sierra, hay registro en la colección herpetológica de la Universidad Industrial de Santander de *E. acutirostris* (se distribuye desde 1740 hasta los 2300 m. Acosta-Galvis 2000), por lo cual suponemos que estas especies podrían encontrarse también en el área de estudio, aumentando así la riqueza para la zona, aunque las tres especies han mostrado ser poco abundantes en colecciones. De otro lado, *E. lynchi* es una especie con registro en Boyacá sobre la vertiente oriental de la cordillera Oriental desde los 2460 hasta los 3150 m, de modo que en nuestra área de estudio se amplía su distribución a la vertiente occidental de la cordillera Oriental. La presencia de dos especies indescritas, más una recientemente descrita con base en los ejemplares colectados en este trabajo (*E. uisae*), del género *Eleutherodactylus* (37% de las especies del género en la zona) en un área relativamente pequeña sorprende ya que esta ha sido una de las áreas mejor evaluadas a nivel de diversidad en la cordillera Oriental, y a la vez sugiere que la región Centro-Norte de la cordillera Oriental debe ser muestreada y monitoreada con mayor intensidad.

Todas las especies encontradas en este trabajo (salvo *Gastrotheca nicefori*), además de las anteriormente mencionadas que pueden estar en La Sierra, tienen una distribución muy restringida pues sólo se han registrado para los departamentos de Santander y/o Boyacá (algunas en Cundinamarca) lo que nos permite catalogarlas como especies endémicas de la región centro-norte de la Cordillera Oriental. Dicha alta endemicidad nos permite sugerir que estas zonas de reserva de bosques (tanto el Santuario en el que se encuentra el área de estudio como la reserva de Cachalú) deben mantenerse protegidas para su conservación. La búsqueda libre como estrategia de muestreo permitió que se registraran más especies si se compara con el muestreo a lo largo de transectos. Este método permite detectar una mayor riqueza además de la abundancia relativa, porque se colectan todos los individuos visibles y además es la mejor forma de estudiar especies raras (Heyer *et al*. 1994). Los dos bosques evaluados tienen una riqueza de ocho especies, todas ellas incluidas en tres familias y tres géneros de manera que evaluados así, los dos bosques son igualmente diversos. Para el caso del bosque nativo el número de especies encontradas con cada estrategia es similar (8 y 7 especies), mientras que en el robledal las diferencias se deben principalmente a que la búsqueda libre permitió evaluar la anurofauna del borde con el camino, lo que suma un número mayor de especies, en tanto que los transectos al interior del bosque mostraron que sólo las especies más comunes ocupan el interior de este biotopo.

Entre los transectos de un mismo bosque no se encontraron diferencias en el número de especies colectadas, en el bosque nativo se encontraron en promedio cuatro especies mientras que en el robledal el número máximo colectado fueron dos especies por transecto. Estos datos numéricos muestran claras diferencias entre los bosques; además, existen diferencias en la composición de las especies encontradas en cada bosque: en el bosque nativo son siete especies diferentes, mientras que las del robledal corresponden a cinco especies: *E. merostictus*, *E. uisae* y *E. miyatai*, que son las más abundantes de la zona, e *Hyla callipeza* y *Centrolene notostictum* que se encuentran ocasionalmente y siempre relacionadas con la presencia de cuerpos de agua en el sitio muestreado.

Al comparar la búsqueda libre con la búsqueda a lo largo de transectos se puede concluir que la primera metodología es la mejor estrategia de muestreo ya que detecta una mayor riqueza y abundancia relativa de las especies evitando así dejar por fuera las especies raras. Sin embargo, la búsqueda en transectos como método de muestreo permite el hallazgo y cuantificación de diferencias entre los dos hábitats en cuanto a la composición y abundancia de especies. La combinación de las dos estrategias de muestreo es importante, pues los transectos permitieron conocer la composición y abundancia de las especies del interior de los bosques haciendo evidentes las diferencias en cuanto a la diversidad entre ambos. Por esta razón es necesaria la combinación de estas dos estrategias de muestreo en el momento de realizar trabajos de inventario y monitoreo de anuros.

Eleutherodactylus merostictus es abundante en el bosque de roble donde frecuentemente se encuentra a orilla del camino indicando que utiliza los bordes. Aunque Arroyo *et al.* (2003) encontraron que sus transectos se comportaban como unidades independientes no observaron diferencias en la abundancia de *E. merostictus* encontradas tanto en el interior del bosque como en el sitio paralelo a la quebrada. De esta forma, se puede sugerir que esta es una especie generalista encontrada en muchos de los microhábitats posibles dentro los bosques de niebla de su área de distribución geográfica. *E. uisae* se encuentra en mayor cantidad en el bosque nativo; sin embargo, en el robledal se puede detectar su presencia con el canto que generalmente es a más de tres metros de altura dificultando así su captura. De otro lado, *E. miyatai* es una especie igualmente común en los dos bosques. En El Rasgón, Arroyo (2002) la registra como la especie más abundante y Lynch (1994) en un estudio realizado en la finca El Diviso cercana a Bucaramanga (Santander) encontró que de las cuatro especies de *Eleutherodactylus* registradas en esta zona sólo *E. miyatai* fue colectada en el bosque no nativo lo cual indica una conducta generalista en el uso del hábitat y explica su abundancia similar en los dos bosques evaluados.

La única especie que no mostró diferencias en la abundancia entre los dos bosques fue *Hyla callipeza*, la cual es considerada una especie rara y tal vez por tener muestras tan pequeñas no fue posible detectar diferencias en la abundancia, si es que estas existen. La ausencia de *Eleutherodactylus bacchus* y de *E. lynchi* dentro del bosque nativo, y *E. lutitus* y *Eleutherodactylus* sp. 1 en el robledal, puede explicarse en el hecho de que son especies tan poco abundantes que es difícil encontrarlas en cualquiera de las áreas de los dos bosques, pero también es posible que tengan requerimientos muy específicos de microhábitat y sean exclusivas de dichos hábitat. Arroyo *et al*. (2003) también encontraron que *E. lutitus* es una especie rara en El Rasgón, lo que podría sustentar la primera hipótesis al menos para esa especie. Acorde con lo registrado por Lynch & Duellman (1997) y Arroyo *et al*. (2003) en este trabajo también se puede concluir que las especies de *Eleutherodactylus* del área de estudio tienen abundancias relativas variables encontrándose pocas especies abundantes y muchas especies raras o poco frecuentes. Las abundancias además varían con cada especie a nivel de sus microhábitats, en el espacio y en el tiempo. El hecho de no encontrar la totalidad de especies registradas para un área geográfica se debe probablemente a que en los sitios específicos estudiados no se encuentran todos los hábitats y microhábitats ocupados por estas especies (Lynch & Duellman 1997, Vargas & Castro 1999, Vargas & Bolaños 1999, Arroyo *et al*. 2003). Arroyo *et al*. (2003) encontraron que el número y la abundancia de especies de *Eleutherodactylus* es bastante sensible al lugar donde se haga el transecto y asocian estos resultados con la cercanía o lejanía de los cuerpos de agua, en nuestro caso la riqueza y la abundancia de especies no parece depender directamente de la proximidad de los transectos a los cuerpos de agua pues se hicieron transectos cercanos y lejanos a corrientes de agua sin encontrar una mayor o menor abundancia de especies, pero si en la presencia de especies relacionadas con estos (p.ej. *Centrolene notostictum* e *Hyla callipeza*).

La presencia de *Centrolene notostictum* en el bosque nativo se tomó de los registros de la Colección Herpetólogica de la Universidad Industrial de Santander de colectas anteriores sobre la misma área. La ausencia de individuos de esta especie durante el tiempo de colección dentro de este hábitat puede deberse a sesgos en el muestreo pues estos no se hicieron con énfasis sobre la vegetación y lecho de las quebradas, lugares en los que esta especie encuentra los microhábitats adecuados para su reproducción (Lynch 1998).

Así, las especies comunes y abundantes en el área ocupan fácilmente el bosque cultivado, pero las especies raras o poco abundantes sólo se encuentran en el borde de los bosques o en el interior del bosque nativo. Resultados similares registró Lieberman (1986), quien encontró que las especies que predominan en el bosque eran incluso más abundantes dentro de una plantación de cacao, mientras que muchas de las especies raras podrían tener o no tener éxito dentro del hábitat con mayor perturbación.

Al comparar el número de especies encontradas en cada bosque con los meses de muestreo sólo se hallaron diferencias significativas en el bosque nativo, y al realizar el mismo análisis teniendo en cuenta el tipo de muestreo (para descartar que éste fuera el causante de dichas diferencias) sólo se presentaron diferencias en el muestreo a lo largo de transectos en el bosque nativo. Estas diferencias en tiempo se deben a que el mes de agosto de 2001 fue el mes con la menor precipitación, y sólo se encontró una especie en el bosque nativo (*Eleutherodactylus merostictus)* mientras que en los otros meses se encontraron cuatro especies en promedio por transecto. En el robledal no hubo diferencias significativas en cuanto a la riqueza entre los meses ya que en este solo se colectaban dos o tres especies como máximo a lo largo de los transectos sin importar la época del año.

Los meses en los que se encontró una mayor cantidad de individuos de *Eleutherodactylus uisae* y *E. merostictus* en el bosque nativo fueron: septiembre para la primera especie, mientras que durante septiembre y noviembre *E. merostictus* fue más abundante en ambos bosques. La población de esta misma especie para El Rasgón es más abundante en el mes de enero (Arroyo 2002), este hecho es bastante curioso ya que en La Sierra es más abundante durante los meses de lluvia, mientras que en El Rasgón lo es en un mes de la estación seca. *E. miyatai* se encontró en mayor proporción en el mes de agosto de 2002 en ambos bosques; igualmente, para El Rasgón esta especie fue más abundante en marzo, mes que también hace parte de la estación seca en esa localidad (Arroyo 2002). La variación en la abundancia de las especies más comunes (*Eleutherodactylus uisae*, *E. miyatai* y *E. merostictus*) en el tiempo se relaciona con el hecho de que el mes de agosto 2001 fue muy seco si se compara con los registros obtenidos en agosto de 2002; sin embargo, sólo estas tres especies fueron las únicas registradas en este mes por lo que parecen ser bastante resistentes a la falta de humedad.

La diversidad en la anurofauna registrada en ambos bosques no es similar, siendo mayor en el bosque nativo, esto se evidencia en los tres índices aplicados y en especial con el índice de Shannon y el estadístico comparativo. La mayor diversidad encontrada en el bosque nativo puede estar asociada con un ambiente de mayor humedad a nivel del suelo y a una mayor heterogeneidad vegetal, ofreciendo sustrato de apoyo para los anuros y protección contra la desecación. Además, la composición y proliferación de vegetación herbácea favorecen la diversidad y abundancia de insectos, afectando la distribución de vertebrados que se alimentan de ellos (Naranjo & Chacón 1997). Fong y Viña (2000), al comparar la diversidad de anuros en diferentes hábitats, encontraron que la riqueza de especies disminuyó en la plantación de café, el pinar y el pastizal en comparación con las áreas de vegetación natural debido al impacto de la reducción o total desaparición de los arbustos o el estrato arbóreo, con una consecuente reducción de los nichos espacial y trófico además de la generación de cambios microclimáticos.

La diversidad del bosque de roble es de cualquier manera alta, probablemente debido a que la perturbación antrópica ocurrió hace varias décadas, y en 1993 el área pasó a ser un parque nacional permitiendo así el crecimiento de abundante vegetación herbácea y arbustiva (sobre todo a borde de camino) convirtiéndose en un hábitat más heterogéneo. Sin embargo, en el interior de este bosque sólo las especies comunes o aquellas vinculadas a los cursos de agua son observadas. Así, la presencia de por lo menos tres estratos vegetales (herbáceo, arbustivo y arbóreo) en el borde del robledal y de dos estratos visibles (herbáceo y arbóreo) dentro del bosque de roble ha permitido que las especies más comunes y generalistas ocupen el interior del bosque y otras del bosque nativo ocupen sus bordes. Mitchelle *et al*. (1997), encontraron una mayor abundancia y riqueza de anfibios en los bosques maduros de maderables al comparar este tipo de bosque con uno que había sido talado un año atrás y otro que tenía por lo menos 30 años de recuperación, demostrando así la importancia de los bosques maduros para este grupo de vertebrados. Por su parte Lieberman (1986), al comparar la herpetofauna de un bosque perenne no perturbado y una plantación de cacao adyacente y abandonada 20 años atrás encontró que la plantación de cacao podía constituir un ambiente excelente para algunas especies pero no tanto para otras; por lo tanto y al parecer, una situación similar se presenta en cuanto a la composición y la abundancia de las especies dentro del bosque de roble cultivado.

El análisis de agrupamiento basado en la presencia-ausencia de las especies muestra la formación de tres grandes grupos sin evidenciar una clara separación entre los bosques, esto se debe principalmente a que los dos bosques comparten la gran mayoría de las especies sobretodo en los caminos y las especies más abundantes se encontraron en los transectos de ambos bosques. Teniendo en cuenta el anterior resultado se demuestra que dentro de estos dos bosque no se encuentran dos ensambles distintos de anuros, pero que la dinámica poblacional en cada uno puede diferir, por lo tanto se recomienda evaluar las poblaciones dentro de cada uno de los bosques, pues es posible que a este nivel haya algún efecto importante de la reforestación con roble que no se pudo detectar en este estudio.

El efecto del bosque cultivado de roble sobre la composición y abundancia de anuros en esta área es bastante marcado; aun cuando el roble es una especie nativa y hay entre el bosque procesos sucesionales importantes dada la antigüedad de estos cultivos, la mayor diversidad y abundancia de especies se da en el borde de este bosque y no en su interior. Por el contrario el bosque nativo mantiene tanto las especies comunes como especies de borde y otras especies no abundantes, indicando una mayor diversidad de microhábitats disponibles.

AGRADECIMIENTOS

La financiación parcial para el desarrollo de este trabajo se obtuvo gracias al contrato celebrado entre Colciencias # No: 319-2000 y el Grupo de Estudios en Biodiversidad de la Universidad Industrial de Santander y al apoyo de VARTA S. A. Agradecemos muy especialmente a John D. Lynch por su colaboración amable y desinteresada en la determinación del material colectado y por su apoyo permanente a nuestra labor investigativa. Un sincero agradecimiento a todos los estudiantes que nos colaboraron en el trabajo de campo y a la Unidad Administrativa de Parques Nacionales Naturales, regional Nororiental por el permiso de colecta científica. Dos revisores anónimos hicieron grandes aportes al manuscrito enviado, agradecemos su colaboración.

LITERATURA CITADA

ACOSTA-GALVIS, A. 2000. Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. Biota Colombiana 1: 289-319.

ARDILA, M. C. & A. R. ACOSTA. 2000. Anfibios. Págs: 617 – 628 en: J. O. Rangel-Ch, (ed.), *Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna de Colombia*. Instituto Alexander von Humboldt-Instituto de Ciencias Naturales, U. Nacional de Colombia, Bogotá, D.C.

ARROYO, S. B. 2002. Microhábitat, dieta y horas de actividad en especies del género *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) en un bosque de niebla de la Cordillera

Oriental. Trabajo de grado. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.

ARROYO, S., JEREZ, A. & M. P. RAMÍREZ-PINILLA. 2003. Anuros de un bosque de niebla de la Cordillera Oriental de Colombia. Caldasia 25: 153-167.

BERGER, W. H., & F. L. PARKER. 1970. Diversity of planktonic foraminifera in deep sea sediments. Science 168: 1345-1347.

CAVELIER, J. 1995. Reforestation with the Native Tree *Alnus acuminata*: Effects on Phytodiversity and species richness in an upper montane rain forest area of Colombia. Págs. 125-137. en Hamilton, L. S., Juvik, J. O. & F. N. Scatena (eds). *Tropical montane cloud forests*. Ecological studies 110, Springer-Verlag, Nueva York.

CRUMP, M. L. & N. J. SCOTT. 1994. Visual encounter surveys. Pàgs. 84-92. en: Heyer, M. A., R. W. Donelly, L. A. McDiarmid, C. Hayek & M. S. Foster (eds). *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.

DUELLMAN, W. E. 1978. The biology of an Equatorial Herpetofauna in Amazonian Ecuador. University of Kansas Museum of Natural History Miscellaneous Publications. 65: 1-352.

Duellman, W. E. 1989. New species of hylid frogs from the Andes of Columbia and Venezuela. Occasional Papers of the Museum of Natural History The University of Kansas. Lawrence, Kansas. 131: 1-12.

FONG, A. & N. VIÑA. 2000. Anfibios. Pp 650-664. en BIOECO (eds). *Diversidad Biológica del Macizo Montañoso Sierra Maestra.* Santiago de Cuba.

GALINDO-T, R., & J. CADENA-M. 2000. Caracterización y composición de la vegetación andina en el S.F.F. Guanentá-Alto Río Fonce, Departamentos de Santander-Boyacá. Trabajo de grado. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Industrial de Santander, Bucarmanga.

GRANT, B.W., K.L. BROWN, G.W. FERGUSON, AND J.W. GIBBONS. 1994. Changes in amphibian biodiversity associated with 25 years of pine forest regeneration: implications for biodiversity management. Págs. 355-367. en: S.K. Majumdar, F.J. Brenner, J.E. Lovich, J.F. Schalles, and E.W. Miller (eds), *Biological Diversity: Problems and Challenges*. The Pennsylvania Academy of Science. York, PA.

HEYER, M. A., R. W. DONELLY, L. A. MCDIARMID, C. HAYEK & M. S. FOSTER (eds.). 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.

HUTCHESON, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. Journal of Theorical Biology 29: 151-154.

JEREZ, A., ARROYO, S., & M. P. RAMÍREZ-PINILLA. 2001a. *Eleutherodactylus lutitus* distribution. Herpetological Review 32: 270.

JEREZ, A., ARROYO, S., & M. P. RAMÍREZ-PINILLA. 2001b. *Eleutherodactylus merostictus* distribution. Herpetological Review 32: 270.

KAPLAN, M. & P. M. RUIZ-CARRANZA. 1997. Two new species of *Hyla* from the Andes of Central Colombia and their relationship to other small Andean *Hyla*. Journal of Herpetology 31: 230-244.

LIEBERMAN, S. S. 1986. Ecology of the herpetofauna of a neotropical rain forest. Acta Zoológica Mexicana 15: 1-71.

LYNCH, J. D. 1984. New frogs (Leptodactylidae: *Eleutherodactylus*) from cloud forest of the northern Cordillera Oriental, Colombia. Milwaukee Public Museum Contributions in Biology and Geology. 60: 1-19.

LYNCH, J. D. 1994. A new species of frog (genus *Eleutherodactylus*: Leptodactylidae) from a cloud forest in departamento de Santander, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 19: 205-208.

LYNCH, J.D. 1998. La riqueza de la fauna anfibia de los Andes Colombianos. Innovación y Ciencia. 7: 46-51.

LYNCH, J.D. 2003. New species of frogs (*Eleutherodactylus*: Leptodactylidae) from the Cordillera Oriental of Norte de Santander and Santander, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 27: 449-460.

LYNCH, J. D., & W. E. DUELLMAN. 1997. Frogs of the genus *Eleutherodactylus* (Leptodactylidae) in western Ecuador: Systematycs, Ecology, and Biogeography. The University of Kansas Natural History Museum, Special Publications 23: 1-236.

LYNCH, J. D., & J. V. RUEDA-ALMONACID. 1997. Three new frogs (*Eleutherodactylus*: Leptodactylidae) from cloud forest in eastern Departamento de Caldas, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 21: 131-142.

LYNCH, J. D., RUIZ-C., P. M., & M. C. ARDILA-R. 1997. Biogeographic patterns of Colombian frogs and toads. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 21: 237-248.

LYNCH, J.D. & M.C. ARDILA-R. 1999. The *Eleutherodactylus* of the *taeniatus* complex in western Colombia: taxonomy and distribution. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 23: 615-624.

MAGURRAN, A. E. 1989. Diversidad Ecológica y su Medición. Vedrà. España.

MITCHELLE, J. C., S. C. RINEHART, J. F. PAGELS, K. A. BULMAN & C. A. PAGUE. 1997. Factors influencing amphibian and small mammals assemblages in central Appalachian forests. Forest Ecology and Management 96:65-76.

MURCIA, C. 1997. Evaluation of Andean alder as a catalyst for the recovery of tropical cloud forest in Colombia. Forest Ecology and Management 99: 163-170.

NARANJO, L. G. & P. CHACÓN. 1997. Diversidad de insectos y aves insectívoras de sotobosque en hábitats perturbados de selva lluviosa tropical. Caldasia 19: 507-520.

RINCÓN, F. & F. CASTRO. 1998. Aspectos ecológicos de una comunidad de *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) en un bosque de niebla del Occidente de Colombia. Caldasia 20: 193-202.

ROMERO, P. 1966. Algunos aspectos ecológicos silvícolas de los bosques de roble (*Quercus humboldtii* Bonpl) de La Sierra, Boyacá. Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.

RUIZ-CARRANZA, P. M & J. D. LYNCH. 1997. Ranas Centrolenidae de Colombia X. Los centrolénidos de un perfil del flanco oriental de la cordillera Central en el Departamento de Caldas. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 21: 542-553.

RUIZ-CARRANZA, P.M., M. C. ARDILA-ROBAYO & J. D. LYNCH. 1996. Lista actualizada de la fauna amphibia de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 20: 365-415.

SHANNON, D. E. 1948.A mathematical theory of communication. Bell System Techological Journal 37:379-423.

SIMMONS, J. E. 1987. *Herpetological collecting and collections management*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Herpetological Circular 16: 1-70.

SIMPSON, F. H. 1949. Measurement of diversity. Nature 163: 688.

SUÁREZ-MAYORGA, A. 1999. Lista preliminar de la fauna anfibia presente en el transecto La montañita-Alto de Gabinete, Caquetá, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 23: 395-405.

VARGAS-S., F. & M. E. BOLAÑOS-L. 1999. Anfibios y Reptiles presentes en hábitats perturbados de selva lluviosa tropical en el Bajo Anchicayá, Pacífico Colombiano. Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 23: 499-511.

VARGAS, F. & H. CASTRO. 1999. Distribución y preferencias de microhábitat en anuros (Amphibia) en bosque maduro y áreas perturbadas en Anchicayá, Pacífico Colombiano. Caldasia 21: 95-109.

ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall. Nueva Jersey.

Recibido: 06/08/2003
Aceptado: 29/03/2004